

INFLUÊNCIA DE REGULADORES DE CRESCIMENTO E DA ADUBAÇÃO NO FLORESCIMENTO E CRESCIMENTO DE *Eucalyptus dunnii* MAID^{*}

Maria Elisa C. Graça^{**}
Ayrton Zanon^{***}
Ivani Ferraz M. Valio^{****}
Marcos A. Cooper^{*****}

RESUMO

A influência de reguladores de crescimento e da adubação sobre o florescimento e crescimento de *Eucalyptus dunnii* Maid., de cinco anos de idade, foi determinada em árvores selecionadas de um talhão experimental localizado no Centro Nacional de Pesquisa de Florestas/EMBRAPA, PR. Neste, foram realizadas aplicações de ácido giberélico (GA₃) na concentração de 300 mg. λ^{-1} , cinetina a 50 mg. λ^{-1} , combinação das concentrações de GA₃ + cinetina, Ethrel a 240 mg. λ^{-1} e 400 g de 10-30-15 (NPK) mais 10 g de micronutrientes. O florescimento não foi influenciado pelos tratamentos empregados. Entretanto, para o crescimento, verificou-se que os maiores incrementos para altura e diâmetro foram obtidos com a aplicação de GA₃ + cinetina. A cinetina, isoladamente, teve um efeito negativo, enquanto que a adubação não trouxe acréscimo significativo no crescimento de *E. dunnii*. Com base nesses resultados, sugere-se que estudos posteriores, envolvendo outros tratamentos, sejam realizados para o estabelecimento da técnica de indução do florescimento nessa espécie.

PALAVRAS-CHAVE: ácido giberélico (GA₃), cinetina, Ethrel, NPK, fertilizante.

INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS AND FERTILIZER APPLICATION ON FLOWERING AND GROWTH OF *Eucalyptus dunnii* MAID

ABSTRACT

Flowering and growth responses of 5 years-old trees of *Eucalyptus dunnii* Maid were evaluated after a biennial treatment with growth regulators and fertilizer applications. Stem injections with 350 mg. λ^{-1} of gibberellic acid (GA₃), 50 mg. λ^{-1} of kinetin, 300 mg. λ^{-1} of GA₃ plus 50 mg. λ^{-1} of kinetin, 240 mg. λ^{-1} of 'Ethrel' (2-chloroethyl phosphonic acid) or applications of 400 g of 10-30-15 NPK supplemented with 10 g of fritted trace elements did not promote flowering in this specie. Growth,

* Trabalho apresentado no 1º Congresso Florestal Estadual do Paraná.

** Eng. Agrônoma, Ph.D., Pesquisadora da EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

*** Eng. Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

**** Botânico, Ph.D., Professor Titular de Fisiologia Vegetal da UNICAMP.

***** Eng. Florestal, B.Sc., Estudante do Curso de Pós-graduação da UFPR.

however, was affected by these treatments. Highest growth rates were obtained with injections of GA₃ plus kinetin. The latter applied alone had a negative effect on growth. Fertilizer applications did not improve significantly growth of *Eucalyptus dunnii*. Based on these results, it was suggested that further research are needed to elucidate flowering induction mechanism in this specie.

KEY WORDS: gibberellic acid, kinetin, "Ethrel", 2-chloroethyl phosphonic acid, NPK.

1. INTRODUÇÃO

A importância de *Eucalyptus dunnii* Maid. em reflorestamentos na Região Sul do Brasil está bem estabelecida. Sua potencialidade se deve, principalmente, à tolerância a geadas e ao rápido crescimento. Entretanto, o seu uso extensivo está restringido pela escassez de sementes produzidas. Essa limitação é devida à baixa porcentagem de florescimento encontrada no Brasil, a qual figura na ordem de 4,0% (GRAÇA 1986).

Sob o ponto de vista fisiológico, o florescimento é um processo complexo, o qual se procede em fases consecutivas e depende de condições externas, mecanismos regulatórios internos e do desenvolvimento ontogenético geral. Para espécies lenhosas de clima temperado, essa complexidade torna-se ainda mais acentuada devido ao fato de poucas dessas espécies responderem a um estímulo específico, que, uma vez identificado, pode ser repetido e previsível. Ademais, o manuseio das árvores torna-se difícil em condições ambientais controladas, devido à altura destas quando ocorre o florescimento.

Para algumas espécies de coníferas, no entanto, a aplicação de tratamentos em diferentes formas de "choque", tais como andamento, fertilização excessiva, deficiência hídrica e oscilações bruscas de temperatura, poda da raiz, têm induzido o florescimento em árvores no estágio juvenil (JACKSON & SWEET 1972). BELOBORODOV & STEBAKOVA (1984) observaram que, para aumentar a produtividade de estróbilos femininos e masculinos de *Pinus sylvestris* L., são necessárias altas doses de fertilizantes nitrogenados (90-180 kg N/ha). Similarmente, houve uma relação linear entre o número de estróbilos femininos e cones produzidos em *Pinus ponderosa* var. *scopulorum* Engelm. e a quantidade de fosfato de amônia e ureia (NPK-28-28-0) (HEIDMANN 1984).

Para enxertos de *Picea abies* (L.) Karst. e *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco, transplantados em recipientes e mantidos em casa de vegetação, o florescimento encontrado foi maior que aqueles estabelecidos no campo. O aumento no florescimento foi, assim, atribuído ao "stress" de transplante, causado pela deficiência hídrica e temperaturas altas das plantas transplantadas (KLEINSCHMIT et al. 1984). Em árvores enxertadas de *Pinus taeda* L., de 3 a 7 anos de idade, a formação de estróbilos femininos e masculinos foi induzida através de decréscimos do fotoperíodo para 10 horas e temperatura noturna para 0°C, antes mantidos a 25°C e sob um fotoperíodo de 20 horas (GREENWOOD 1978). Da mesma forma, aumentando o fotoperíodo e reduzindo a temperatura, a expressão do potencial reprodutivo de mudas de *Tsuga heterophylla* (Raf.) Sarg., tratadas com a mistura de giberelina A_{4/7}, foi favorecida (POLLARD & PORTLOCK 1984).

Entretanto, quando *Pinus echinata* Mill. e *Pinus virginiana* Mill. foram plantados em regiões de clima mais quente em relação às suas origens, a produção de estróbilos duplicou (SCHMIDTLING 1984).

O efeito comum desses tratamentos é aumentar a concentração de carboidratos disponíveis à iniciação do florescimento, ou, mais especificamente, ao aumento da relação carbono (C) para nitrogênio (N). Apesar dos resultados encontrados, não há evidência de que a concentração de carboidratos tem um efeito direto na indução do florescimento. Segundo JACKSON & SWEET (1972), é possível que outro(s) fator(es) importante(s), frequentemente associado(s) a altos níveis de carboidratos, esteja(m) influenciando o florescimento. Um desses fatores, que parece ser essencial, é a presença de uma concentração de giberelinas (ROSS et al. 1985).

A aplicação exógena de giberelinas tem induzido o florescimento precoce de forma previsível e repetitiva em algumas espécies de coníferas (DUNBERG 1980; CHALUPKA 1980; CECICH 1983; MARQUARD & HANOVER 1984). Entretanto, a época de aplicação tem um papel fundamental na indução do florescimento dessas espécies (MARQUARD & HANOVER 1984). Segundo WEBBER et al. (1985), o uso de giberelinas tanto endógena como exogenamente, é para suportar o crescimento vegetativo, sendo que o aumento no florescimento só ocorre quando uma certa concentração é alcançada e/ou quando outros fatores necessários para o crescimento vegetativo tornam-se limitantes.

Dentre os fatores limitantes ao crescimento vegetativo, estão os tratamentos de choque, já mencionados, que, aplicados conjuntamente com giberelinas ($GA_{4/7}$), estimulam um florescimento mais precoce e abundante (ROSS 1985; OWENS et al. 1985).

Para espécies florestais folhosas, estudos envolvendo indução de florescimento são raros. Ademais, muitas delas estão contidas no grupo daquelas que não respondem a um estímulo específico, quer seja fotoperíodo ou vernalização. O gênero *Eucalyptus* é um exemplo típico deste caso (PATON 1980).

Por outro lado, o crescimento das plantas é afetado pela aplicação de tratamentos de "choque" e por reguladores de crescimento (KRAMER & KOZLOWSKI 1979). Embora muitos deles sejam de aplicabilidade limitada, como no caso dos reguladores de crescimento, estes auxiliam a elucidação dos mecanismos fisiológicos que afetam o crescimento dessas plantas.

O objetivo deste estudo foi determinar o efeito de diferentes reguladores de crescimento e técnicas culturais na indução do florescimento e no crescimento de *Eucalyptus dunnii* Maid.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em um talhão experimental de *Eucalyptus dunnii* Maid., com cinco anos de idade, localizado no Centro Nacional de Pesquisa de Florestas - CNPF/EMBRAPA, Colombo, PR. Neste, foi selecionada uma área de aproximadamente 1.800m², contendo 72 árvores de três procedências (Apêndice 1), onde foram aplicados os seguintes tratamentos: controle (T_1), ácido giberélico (GA_3) na concentração de 300 mg. λ^{-1} (T_2), cinetina a 50 mg. λ^{-1} (T_3), combinação das concentrações de GA_3 + cinetina (T_4), Ethrel (ácido 2-cloroetilfosfônico) a 240 mg. λ^{-1} (T_5) e adubação (T_6).

Para os tratamentos que envolvem reguladores de crescimento (T_2 , T_3 , T_4 e T_5), a aplicação anual foi realizada quinzenalmente, através de três injeções (um litro cada) da respectiva substância. Devido à altura das árvores utilizadas, a injeção foi feita através de uma perfuração no tronco, à altura do peito, onde se inseriu um tubo

metálico, pelo qual se conectou um frasco sorológico com capacidade de um litro.

A adubação foi efetuada ao redor de cada planta, em dose única. No primeiro ano, foram aplicados 400g de NPK 10-30-15 e 10 g de micronutrientes (7,0; 2,0 e 1,0g de Borax (B), CuSO_4 e ZnSO_4 , respectivamente). No segundo ano, foram aplicados 400g de NPK 10-28-20, suplementados com 4,35g de superfosfato triplo + 10g de micronutrientes.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas, sendo que as procedências (Apêndice I), constituíram as parcelas e os tratamentos, as subparcelas.

O experimento foi conduzido durante dois anos. Anualmente, foram avaliadas a porcentagem de florescimento, a altura e o diâmetro das árvores.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O florescimento de *Eucalyptus dunnii* não foi induzido pelos tratamentos empregados. Embora os resultados encontrados tenham sido negativos em relação ao florescimento, algumas considerações podem ser feitas, a seguir.

Para espécies coníferas, a indução do florescimento precoce é precedida por um período de alongação da parte aérea e ambos os fenômenos estão diretamente relacionados com a concentração endógena de reguladores de crescimento, mais precisamente, giberelinas (WEBBER et al. 1985). A aplicação de giberelina GA_3 isoladamente, no entanto, não teve influência, quer no crescimento em altura, como em diâmetro de *E. dunnii* (Tabelas 1 e 2). É possível que essas concentrações utilizadas, não tenham sido suficientes nem para elevar a concentração endógena de giberelinas, a ponto de induzir o florescimento. Outra possibilidade seria o fato dessa espécie não responder à aplicação de GA_3 ou de giberelinas em geral, a exemplo de muitas espécies coníferas (JACKSON & SWEET 1972). Outros reguladores de crescimento, embora com mecanismos de ação diferentes das giberelinas, tiveram efeitos semelhantes a esse, com relação ao florescimento.

A adubação não promoveu o florescimento, nem o crescimento em altura e diâmetro das árvores, na idade analisada (Tabelas 1 e 2). Uma possível explicação para isso, seria a baixa dosagem de fertilizante empregada para o desenvolvimento dessas árvores, nessa idade. Adicionalmente, o emprego da adubação de *E. dunnii*, principalmente nitrogenada, favoreceria o desenvolvimento vegetativo, em detrimento ao reprodutivo, pois a baixa relação carbono/nitrogênio tende a reduzir a quantidade de carboidratos necessários ao florescimento.

Por outro lado, houve uma tendência de alguns tratamentos influenciarem o crescimento em altura de *E. dunnii* (Tabela 1). Esse mesmo efeito também foi verificado para o crescimento em diâmetro (Tabela 2). Um dos menores incrementos foi obtido com cinetina, enquanto que os maiores foram observados nos tratamentos envolvendo a combinação de GA_3 e cinetina (Tabelas 1 e 2). Um dos efeitos notórios da aplicação de cinetina em plantas herbáceas é a quebra da dormência apical, favorecendo o desenvolvimento de brotações laterais (MOORE 1979). Apesar desse efeito não ter sido observado neste estudo, é possível que a cinetina tenha provocado uma tendência de desenvolvimento das brotações laterais.

TABELA 1. Influência da aplicação de reguladores de crescimento e adubação no crescimento em altura de *Eucalyptus dunnii* Maid.

Tratamentos	Altura (m)	
	Após o 1º ano de aplicação	Após o 2º ano de aplicação z,y
controle (T ₁)	3,05 a	5,45 ab
ácido giberélico (GA ₃) (T ₂)	4,17 a	5,66 ab
cinetina (T ₃)	2,91 a	4,47 b
GA ₃ + cinetina (T ₄)	3,18 a	6,17 a
Ethrel (T ₅)	3,19 a	4,80 ab
adubação (T ₆)	4,30 a	5,64 ab

z - média por planta.

y - médias, dentro das colunas, seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de $P = 0,05$.

Entretanto, se por um lado a cinetina apresentou menores incrementos em altura e a giberelina não teve efeito algum, como é que GA₃ e cinetina combinadas podem ter um efeito sinérgico no crescimento dessas árvores? (Tabelas 1 e 2). A ação conjunta desses reguladores de crescimento pode ser atribuída provavelmente ao fato de a cinetina, pela imobilização de nutrientes, estar deslocando-os para o crescimento, ação esta promovida pela giberelina.

TABELA 2. Influência da aplicação de reguladores de crescimento e adubação no crescimento em diâmetro de *Eucalyptus dunnii* Maid.

Tratamentos	Diâmetro (cm)	
	Após o 1º ano de aplicação	Após o 2º ano de aplicação z,y
controle (T ₁)	1,09 a	3,66 b
ácido giberélico (GA ₃) (T ₂)	2,17 a	4,79 ab
cinetina (T ₃)	1,41 a	4,13 b
GA ₃ + cinetina (T ₄)	2,71 a	6,10 a
Ethrel (T ₅)	2,25 a	5,40 ab
adubação (T ₆)	1,78 a	4,26 b

z - média por planta.

y - médias, dentro das colunas, seguidas da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de $P = 0,05$.

4. CONCLUSÕES

Embora os resultados obtidos neste estudo não tenham correspondido à expectativa, com relação à indução do florescimento de *E. dunnii*, eles fornecem subsídios para que estudos posteriores sejam efetuados, visando a elucidação de mecanismos de indução de florescimento dessa espécie.

O florescimento de espécies lenhosas ocorre em fases consecutivas, as quais dependem, entre outros fatores, de mecanismos regulatórios internos, como a concentração de nutrientes e de reguladores de crescimentos. Por isto, torna-se necessário que o emprego de certos tratamentos sejam realizados durante o estágio juvenil dessa espécie. Para *Eucalyptus*, mais precisamente para *E. dunnii*, essa mudança é observada pela forma diferente das folhas, sem que haja necessariamente o início do desenvolvimento do sistema reprodutivo. Esses tratamentos poderiam ser na forma de choque, tais como anelamento, poda da raiz, etc, de modo a aumentar a relação C/N, uma vez que essa espécie apresenta um rápido desenvolvimento.

Quanto aos reguladores de crescimento, é importante salientar que os efeitos de outras giberalininas e/ou citocininas, aplicadas conjuntamente com os tratamentos de choque, deveriam ser investigados.

5. REFERÊNCIAS

- BELOBORODOV, V.M. & STEBAKOVA, V.N. Effect of fertilizers on the growth and fruiting of Scots Pine. Lesnoe Khozyaistvo, (12):15-7, 1983. **Forestry Abstracts**, 45(12):814, 1984.
- BOLAND, D.J. **Australian trees in five overseas countries**. s.1., s.ed., 1984.
- CECICH, R.A. Flowering in a jack pine seedling seed orchard increased by spraying with gibberellin A_{4/7}. **Canadian Journal of Forest Research**, 13:1056-62, 1983.
- CHALUPKA, W. Regulation of flowering in Scots pine (**Pinus sylvestris** L.) grafts by gibberellins. **Silvae Genetica**, 29(3/4):118-21, 1980.
- DUNBERG, A. Stimulation of flowering in **Picea abies** by gibberellins. **Silvae Genetica**, 29(2):51-3, 1980.
- GRAÇA, M.E.C. **Avaliação de população de *Eucalyptus dunnii* Maid. com ênfase à produção de sementes**. Curitiba, EMBRAPA-CNPQ, 1986. (não publicado).
- GREENWOOD, M.S. Flowering induced on young loblolly pine grafts by out-of-phase dormancy. **Science**, 201(4):443-4, 1978.
- HEIDMANN, L. J. Fertilization increases cone production in a 55-year-old ponderosa pine stand in Central Arizona. **Forest Science**, 30(4):1079-83, 1984.
- JACKSON, D.I. & SWEET, G.B. Flower initiation in temperate woody plants. **Horticultural Abstracts**, 42:9-24, 1972.
- KLEINSCHMIT, J.; SCHMIDT, J. & HOSENFELD, B. Induction of flowering in Norway spruce and Douglas-Fir. Forst-und Holzwirt, 35(12):240-2, 1980. **Forestry Abstracts**, 45 (2/3):143,1984.
- KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T.T. **Physiology of woody plants**. New York, Academic Press, 1979. 811p.
- MARQUARD, R.D. & HANOVER, J.W. Relationship between gibberellin A_{4/7} concentration, time of treatment, and crown position of flowering of **Picea glauca**. **Canadian Journal of Forest Research**, 14:547-53, 1984.
- MOORE, T.C. **Biochemistry and physiology of plant hormones**. New York, Springer-Verlag, 1979. 274p.
- OWENS, J.N.; WEBBER, J.E.; ROSS, S.D. & PHARIS, R.P. Interrelation between gibberellin A_{4/7} and root-pruning on the reproductive and vegetative processes in Douglas-fir.III. Effects on anatomy of shoot elongation and terminal bud development. **Canadian Journal of Forest Research**, 15:354-64, 1985.
- PATON, D.M. **Eucalyptus Physiology II**. Temperature responses. **Australian Journal of Botany**,28:555-66, 1980.
- POLLARD, D.F.W. & PORTLOCK, F.T. The effects of photoperiod and temperature on gibberellin A_{4/7} induced strobilus production of western hemlock. **Canadian Journal of Forest Research**, 14:291-94, 1984.
- ROSS, S.D.; WEBBER, J.E.; PHARIS, R.J. & OWENS, J.M. Interaction between gibberellin A_{4/7} and root-pruning on the reproductive and vegetative process in

- Douglas-fir. I - Effects on flowering. **Canadian Journal of Forest Research**, 15:341-7, 1985.
- ROSS, S.D. Promotion of flowering in potted **Picea engelmannii** (Perry) grafts: effects of heat, drought, gibberellin A_{4/7} and their timing. **Canadian Journal of Forest Research**, 15:618-24, 1985.
- SCHMIDTLING, R.C. Planting south of origin increases flowering in short leaf (*Pinus echinata* Mill.) and virginia pines (*P. virginiana* Hill.). **Silvae Genetica**, 33(415):140-4, 1984.
- WEBBER, J.E.; ROSS, S.D.; PHARIS, R.P. & OWENS, J.N. Interaction between gibberellin A_{4/7} and root-pruning on the reproductive and vegetative process in Douglas-fir. II-Effects on shoot elongation and its relationship to flowering. **Canadian Journal of Forest Research**, 15:348-53, 1985.

APÊNDICE 1.

Procedências de *E. dunnii* utilizadas.

PROCEDÊNCIA	LOTE	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE (m)
Urbenville-NSW	11.241	28°28'	152°32'	350
Moleton* - NSW	11.705	30°19'	152°10'	430
Dorrigo* - NSW	10.411	30°28'	152°42'	700

- * As procedências Moleton e Dorrigo parecem ser a mesma (BOLAND 1984). Entretanto, para estudo, foram consideradas como distintas.